

## 웨어러블 기기의 센서 데이터를 활용한 응급상황 감지 시스템

송종민, 손수근, 이상호  
충북대학교

whdwhd93@naver.com

### Emergency detection using sensor data of wearable device

Song Jong Min, Son Su Keun, Lee Sang Ho  
Chungbuk National Univ.

#### 요 약

의료기술의 발전으로 백세시대에 살고 있지만 갑작스런 응급상황으로 사망에 이르는 환자들은 꾸준히 생겨나고 있다. 이 시스템은 웨어러블 기기에 탑재된 GPS, Motion, 심박측정 센서를 활용하며 심장질환 환자들의 응급상황을 도와준다. 사용자는 스마트폰과 웨어러블 기기만 구비하면 간단하게 사용할 수 있다. 또한 웨어러블 기기는 착용하는데 불편함이 적어 환자들이 거부감을 느끼지 않게 할 수 있고, 범용성이 높기 때문에 경제적인 부담감을 줄여줄 수 있다. 응급상황 감지 방법은 센서데이터들을 이용한 알고리즘을 통해 이루어진다. 우선 웨어러블 기기에서 측정된 센서데이터를 스마트폰으로 전송한 후, 스마트폰에서 전송된 데이터들을 미분해 현재 상황을 판단한다. 현재 상황은 보통, 위험, 응급상황으로 구분되며 응급상황일 경우 등록된 병원으로 위치정보를 MMS 로 전송한다. 이로써 의식을 잃고 대처할 수 없는 응급상황을 본 시스템을 통하여 해결할 수 있다.

#### 1. 서 론

국가통계포털 KOSIS 의 통계자료에 따르면 2005 년부터 2014 년까지 심장질환으로 사망한 환자는 꾸준히 증가하고 있다. 의학기술의 발전으로 백세시대에 살고 있다고 하지만 이러한 통계결과는 아이러니 할 수 밖에 없다. 기술이 발전하며 사람들의 변화된 식습관, 느슨해진 생활습관이 이런 결과를 초래했을 수도 있다. 하지만 갑작스럽게 발생하는 질환의 경우는 초동 조치가 유무가 생사를 결정짓는 가장 중요한 부분이다. 이 시스템은 웨어러블 기기에 탑재된 GPS, Motion, 심박수 측정 센서를 활용하며 심장질환 환자들의 응급상황을 도와준다. 이렇게 응급상황을 빠르게 대처함으로써 환자들의 생명을 보호할 뿐만 아니라, 나아가 다양한 분야에서의 구조 시스템으로의 도약을 도모한다.

#### 2. 관련연구

웨어러블 센싱 디바이스 및 이를 이용한 생체 신호 데이터 모니터링/응급 상황 감지 방법이다. 액와(겨드랑이)를 중심으로 흉부 정면의 일부와 흉부 배면의 일부를 덮는 바이오센서 시트에 접속되고 상기 흉부 배면의 하단에 위치한 제어부를 포함한다. 바이오센서 시트는 심전도, 심박율, 체온, 맥박, 근전도, 혈압, 및 호흡량 중 적어도 하나 이상의 생체 신호를 측정하도록 구성될 수 있다.[1]

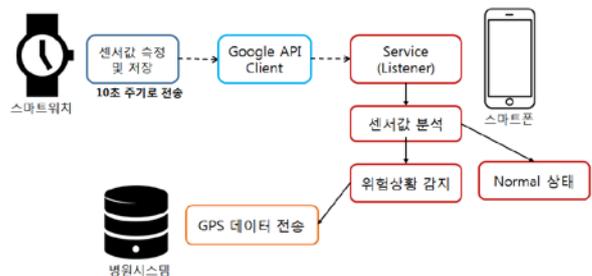
웨어러블 사용자 위험 안내 장치 및 방법은 위험 상황 통보 동작의 신뢰성과 활용성을 증대하기 위한 웨어러블 사용자 위험 안내 장치 및 방법에 관한것으로,사용자의 맥박, 심전도, 체온, 및 산소 포화도 중 적어도 하나를 센싱하여 생체 신호를 생성 및 출력하는 센서와 사용자 주

변의 온도, 습도, 기압, 풍속, 빛/조도, 소음, 진동, 및 공기질 중 적어도 하나를 센싱하여 환경 신호를 출력하는 센서등을 기반으로 사용자 체감 위험 정도를 산출한다.[2]

#### 3. 위험상황 감지 어플리케이션

##### 3.1 시스템 구성

아래 (그림 2)은 본 시스템의 구성도이다. 시스템은 스마트폰, 스마트워치, 담당병원 시스템으로 구성되어 있다. 스마트워치와 스마트폰은 블루투스 페어링으로 연결되며 스마트워치에서 측정된 센서데이터를 스마트폰으로 전송한다. 스마트폰에서 응급상황 알고리즘을 통해 사용자의 현재 상황을 판단하고 적절한 프로세스를 실행한다.



[그림 2] 위험상황 감지 시스템 구성도

##### 3.2 위험상황 감지 알고리즘

아래 (그림 3)은 응급상황 감지 알고리즘을 수식으로 나타낸 것이다. 스마트워치는 측정된 심박수, 움직임 데이터를 메모리에 저장한다.  $i$  번째의 심박수 데이터  $f(x_i)$  와  $i+1$  번째 데이터  $f(x_{i+1})$ 를 뺀셈 연산하여 심박수 데이터 변화량  $dHeart_i$ 를 구한다. 같은 방법으로 움직임 데이터의 변화량  $dStep_i$ 를 구한다.  $dHeart_i$ 의 모든 값을 더해 심박수 데이터 변화량의 합  $dHeartSum$ 을 구한다. 같은 방법으로 움직임 데이터 변화량의 합  $dStepSum$ 을 구한다.

$dHeartSum$  과 미리 정의한 심박수 변화량 임계값  $hMax$ ,  $hMin$  과 비교하여 현재상황을 판단한다. 현재 상황은 그림 4의 상태도에 나와있듯이 정상상태, 위험상태, 응급상태로 나뉜다. 현재상황이 정상상태라면  $dHeartSum$ 이  $hMax$  보다 크거나  $hMin$  보다 작을 때 위험상황으로 판단한다.

현재상황이 위험상태일 경우엔 두가지 경우로 나뉜다. 첫번째로 이전에 측정된  $dHeartSum$ 이 0 또는 양수일 경우 다음에 측정된  $dHeartSum$ 이 양수일 때 응급상태로 판단하고 음수일 때 정상상태로 판단한다. 위험상태에서 이전에 측정된  $dHeartSum$ 이  $hMax$  이상의 양수일 경우 심박수가 위험상태까지 증가한 것이다. 그러므로 위험상태에서 심박수가 정상수치로 낮아지려면 다음에 측정된  $dHeartSum$ 이 음수가 되어야 한다. 두번째로 이전에 측정된  $dHeartSum$ 이 음수일 경우 다음에 측정된  $dHeartSum$ 이 음수일때 응급상태로 판단하고, 반대의 경우 정상상태로 판단한다.

해결상태는 실제 응급상황이 발생했다고 판단한 상태이다. 해결상태에서는 응급상황 조치를 위해 위치정보를 포함한 메시지를 병원 시스템에 보낸다. 해결상태에 도달하면 더 이상 (그림 3)의 알고리즘으로 시스템이 동작하지 않는다.

$dStepSum$ 은  $-20.0$ 보다 크면 큰 움직임이 없는것으로 판단한다. 그러므로 현재상황을 판단하는 모든 수식은  $dStepSum$ 이  $-20.0$ 보다 작아야만 적용될 수 있다.

$f$ : 심박수 데이터 배열  
 $g$ : 움직임 데이터 배열  
 $hMax$ : 심박수 변화량 최대임계값  
 $hMin$ : 심박수 변화량 최소 임계값  
 $dHeart_i = f(x_i) - f(x_{i+1})$ : 심박수 데이터 변화량  
 $dStep_i = g(x_i) - g(x_{i+1})$ : 움직임 데이터 변화량

$$dHeartSum = \sum_{i=0}^n dHeart_i$$

$$dStepSum = \sum_{i=0}^n dStep_i$$

$\left\{ \begin{array}{l} (dHeartSum > hMax \text{ and } dStepSum < -20.0) \text{ 위험상태} \\ (dHeartSum < hMin \text{ and } dStepSum < -20.0) \text{ 위험상태} \\ \text{others} \end{array} \right.$  정상상태

Case2: 위험상태

$\left\{ \begin{array}{l} dHeartSum' \geq 0 \left\{ \begin{array}{l} (dHeartSum < 0 \text{ and } dStepSum < -20.0) \text{ 정상상태} \\ (dHeartSum \geq 0 \text{ and } dStepSum < -20.0) \text{ 응급상태} \end{array} \right. \\ dHeartSum' < 0 \left\{ \begin{array}{l} (dHeartSum < 0 \text{ and } dStepSum < -20.0) \text{ 응급상태} \\ (dHeartSum \geq 0 \text{ and } dStepSum < -20.0) \text{ 정상상태} \end{array} \right. \end{array} \right.$

[그림 3] 위험상황 감지 알고리즘

#### 4. 위험상황 감지 알고리즘 테스트

아래의 (그림 4)는 위험상황 감지 알고리즘의 테스트 하는 과정에서 발생한 로그기록을 편집한 것이다. (그림 3)의  $hMax$ ,  $hMin$ 은 각각 30,  $-30$ 으로 설정하고 테스트를 진행하였다. 첫번째 사각형은 심박수 데이터의 측정값과 변화량을 보여준다. 두번째 사각형은 측정된 심박수 변화량과 움직임 데이터를 분석하여 현재 상황을 판단한 결과를 나타내는 것이며 위험상태를 나타낸다. 위험상태의

심박수 변화량 합은 55 이고 움직임 변화량 합은 0 이다. 이것은 10 초동안 심박수가 55 만큼 낮아진 것을 의미한다. 마지막 사각형은 위험상태에서 해결상태로 넘어간 것을 볼 수 있다. 심박수 변화량은 55 에서 61로 변화하였으며 이것은 위험상태에서 9 만큼 심박수가 낮아진 것을 의미한다. SOLVE 상태에서는 위치정보를 병원 시스템으로 전송한다.

```

10-17 13:03:53.520 2263-2282/? D/getDiffer_heart1: 142.0
10-17 13:03:53.520 2263-2282/? D/getDiffer_heart2: 132.0
10-17 13:03:53.520 2263-2282/? D/getDiffer_heartDiffer: 10.0
10-17 13:03:53.520 2263-2282/? D/getDiffer_heart1: 132.0
10-17 13:03:53.520 2263-2282/? D/getDiffer_heart2: 122.0
10-17 13:03:53.521 2263-2282/? D/getDiffer_heartDiffer: 10.0
10-17 13:03:53.521 2263-2282/? D/getDiffer_heart1: 122.0
10-17 13:03:53.521 2263-2282/? D/getDiffer_heart2: 112.0
10-17 13:03:53.521 2263-2282/? D/getDiffer_heartDiffer: 10.0
10-17 13:03:53.521 2263-2282/? D/state: WARNING
10-17 13:03:53.521 2263-2282/? D/WARNING_heartDiffer: 55.0
10-17 13:03:53.521 2263-2282/? D/WARNING_stepDiffer: 0.0
10-17 13:04:03.552 2263-2282/? D/state: SOLVE
10-17 13:04:03.552 2263-2282/? D/SOLVE_heartDiffer: 61.0
10-17 13:04:03.552 2263-2282/? D/SOLVE_stepDiffer: 0.0
    
```

[그림 4] 위험상황 감지 알고리즘 테스트 결과

#### 5. 결론

본 논문의 위험상황 감지 알고리즘을 사용한다면 사용자의 심박수와 움직임을 분석해 본인이 대처할 수 없는 응급상황을 해결하는데 도움을 줄 수 있다. 심장질환을 앓고있는 환자 뿐만 아니라 일상생활에서 발생할 수 있는 응급성 고혈압, 저혈량 쇼크등의 상황에서 신속하게 대처할 수 있을거라 기대된다.

#### 감사의글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터 (IITP)의 서울어코드활성화지원사업(IITP-2016-R0613-16-1093)의 연구결과로 수행되었음.

#### 참 고 문 헌

- [1]김성훈, "웨어러블 센싱 디바이스 및 이를 이용한 생체 신호 데이터 모니터링/응급 상황 감지 방법", 2014.03.03 특허출원
- [2]김대식,곽기욱, "웨어러블 사용자 위험 안내 장치 및 방법" 한국과학기술원,2015.12.18 특허출원